

**Comunicación:**

Clase al revés: interacción, investigación y tecnología en la formación de profesores de matemática.

Clase al revés: interacción, investigación y tecnología en la formación de profesores de matemática.

Lucas Nunes Ogliari; Beatriz Petrella dos Santos; Suelen Assunção Santos
Delci Heinle Klein; Celso Pessanha Machado; Eduardo Blando; Rafael
Zanoni Bossle

email: lucasogliari@cesuca.edu.br; email: beatriz.petrella@cesuca.edu.br;
email: suelen.santos@cesuca.edu.br; email: delciklein@cesuca.edu.br;
email: celsomachado@cesuca.edu.br; email: duardoblado@cesuca.com.br;
email: rafaelbossle@cesuca.edu.br

Complejo de Enseñanza Superior de Cachoeirinha (CESUCA), RS - Brasil

RESUMEN

Este artículo pretende describir las principales características de la innovación metodológica implantada en la carrera de grado de Matemática, Licenciatura, del Complejo de Enseñanza Superior de Cachoeirinha (CESUCA), ubicado en la Región Metropolitana de Río Grande do Sul, Brasil. Basado en una recopilación de datos sobre las perspectivas de los estudiantes con relación a la innovación metodológica, registrada en los primeros seis meses de funcionamiento de la nueva carrera de grado de Matemática, el artículo reflexiona sobre la necesidad de trascender la enseñanza tradicional en una sociedad cada vez más tecnológica, mostrando al final, el testimonio de los estudiantes que experimentaron el primer semestre de una Nueva Matemática, Licenciatura.

Enseñanza de matemática, clase al revés, tecnología, innovación

Introducción

Este artículo pretende explicar, en líneas generales, un proyecto de reforma pedagógica de la carrera grado de Matemática, Licenciatura, del Complejo de Enseñanza Superior de Cachoeirinha (CESUCA), que empezó al final del primer semestre de 2014, y que ya está en práctica desde el comienzo del segundo semestre del mismo año. Además de presentar algunos de los temas que componen la carrera, el siguiente texto tiene como objetivo discutir algunos resultados ya observados por los profesores titulares en el primer semestre de la aplicación de esta reforma, dichos profesores trabajan directamente con los estudiantes.

La motivación para la reforma de la carrera de Matemáticas, Licenciatura, surgió a partir de un desafío lanzado por la dirección de la Facultad a los coordinadores de todas las carreras de la institución, para proponer una metodología diferente o una estructura de carrera distinta, que utilizara como último recurso la clase expositiva y dialogada.

El Núcleo Docente Estructurante (NDE) de la carrera de Matemática, Licenciatura tomó la provocación lanzada por el director de la facultad como una oportunidad para innovar y participar plenamente en la idealización de un proyecto que deberá afrontar el reto propuesto. El NDE ya tenía en su historial de reuniones, discusiones y reflexiones sobre la realidad de la educación superior, específicamente la educación de grado, y sobre el papel de la investigación en el aprendizaje de los alumnos, que a menudo quedaba en un segundo plano frente a las clases tradicionales. En este sentido, el grupo de profesores de la carrera de Matemática, Profesorado, siempre ha buscado alternativas que "driblasen" en la medida de lo posible, una forma de enseñanza puramente técnica, centrada en la repetición y memorización, pero esta búsqueda, a menudo, se veía dificultada por la propia estructuración de la carrera y del modelo de aula.

A partir de este desafío, y reflexionando sobre las clases predominantemente expositivas y dialogadas, donde los estudiantes interactúan poco entre sí y el profesor era considerado como retenedor y sólo transmisor de conocimientos, el NDE de Matemática, Licenciatura tomó la iniciativa de proponer una reforma interna para reestructurar el curso sin tener que cambiar los estatutos ni el plan de estudios de las asignaturas. Los cambios más importantes se refieren a la estructura física del aula, a la organización y distribución de las materias en el semestre lectivo y a la concepción de construcción y producción de conocimiento.

Esta propuesta de reforma comenzó con un eje principal, el uso de la tecnología, y poco después se añadieron dos ejes más, no menos importantes, que apoyaron la reforma: el eje de la educación mediante la investigación y el eje de la interacción (aprendizaje colaborativo). La intención de "tridimensionalizar" el aprendizaje de los estudiantes a través de estos tres ejes proponía que el alumno pasara de ser receptor de información a transformador de esta información - que está en los libros, las redes, hoy día de fácil acceso con los medios tecnológicos - en conocimiento, a través de la investigación, interactuando con sus compañeros, profesores y con su propia realidad social y cultural.

Por lo tanto, con el fin de proponer un aprendizaje diferenciado, que utilizara como último recurso clases expositivas y dialogadas, se incorporaron nuevos elementos en el aula, tales como: la posibilidad de que estudiantes de semestres y asignaturas diferentes estén construyendo conocimiento en un mismo entorno; la presencia de más de un profesor en el aula; laboratorio de matemática y aula de lecturas para las clases prácticas; el uso de recursos tecnológicos y diferentes herramientas educativas; asignaturas organizados por Unidades de Aprendizaje (UAs) y centradas en la investigación.

Una vez que se reseñó el proyecto, se formó un equipo con los profesores del NDE, profesores invitados y profesionales responsables de las tecnologías de la información, todos empleados de CESUCA. Después de muchos estudios, debates y reuniones, el equipo preparó una propuesta de acción en la cual se contemplaron los tres ejes norteadores, arriba descritos, para la enseñanza de la Nueva Matemática, Licenciatura de CESUCA, que son: Tecnología, Investigación e Interacción. En esta perspectiva tridimensional de aprendizaje, el proyecto se denominó " Proyecto XYZ ".

Esta propuesta tiene por objeto sustituir las clases tradicionales expositivas, en las que el profesor utiliza solamente la pizarra, por una metodología del compartir la información a través de las nuevas tecnologías, de la investigación y de la interacción presencial. Muchos de los elementos que intervienen en la reestructuración de la carrera de Matemática, Licenciatura

en CESUCA provienen de un "escuchar " a los ecos del pasado, a un discurso que siempre llenaba el alma de esperanza de aquellos profesores que entienden que el cambio es necesario en la Educación. Este discurso se hace eco con fuerza, al menos, desde finales del siglo XIX.

La clase al revés (o *flipped classroom*)

Llamar a la iniciativa de la carrera de Matemática, Licenciatura de CESUCA como una propuesta de "clase al revés" o "clase invertida" es "nada más que" para "etiquetar" el momento histórico de la Educación, donde se ha escuchado a un proyecto más amplio que tuvo su esencia en el pasado, que no ha terminado y que tampoco tenemos la intención de que concluya. "Nueva Escuela ", " Escuela Activa "o" Nueva Educación" son nombres (rótulos) que se dieron al "movimiento" pedagógico renovador de finales del siglo XIX y las primeras décadas del siglo XX, que surgió como una avalancha de experiencias, propuestas, métodos y articulaciones emergentes en el escenario pedagógico, logrando proporciones internacionales (p. 94) [1].

La constitución de la pedagogía moderna se produjo bajo la influencia de Rousseau y sobre el reconocimiento de que lo natural es bueno, lo que produjo una postura conocida como "naturalismo pedagógico" [1]. Las ideas naturalistas de Rousseau encontraron en la pedagogía un eco amplio y persistente, que es la base del movimiento de reforma de la Nueva Escuela, que cree en el potencial de la libertad y la iniciativa del niño, e incluso de los adultos, para el aprendizaje, es decir, en la importancia de "no interferir para educar, pues no hay que interferir sino impedir que las circunstancias adversas interfieran en el proceso natural de crecimiento de la personalidad o en la afirmación de esta personalidad. Es decir, no hay necesidad de educar en el sentido estricto (p.80)" [2].

El principio curricular que alimenta el movimiento de la Nueva Escuela es el de "renovación", una superposición de las propuestas tradicionales con las innovadoras. Retomando la idea de Gramsci de que la escuela tradicional es "jesuita" – cuya propuesta didáctica es "de repetición y memorización" (catequizar) - la Nueva Escuela es, en primer lugar, una propuesta diferente de la tradicional, que implica aspectos relacionados con el individuo y sus derechos, con la modernización de la cultura, no sólo limitándose a la transmisión de esta cultura (pág. 128) [1]. Pensamientos como éstos pasaron por generaciones, a menudo con vehemencia, con términos que están hasta la actualidad presentes en la educación de Brasil, tales como la lucha de Paulo Freire por la educación liberadora y en detrimento de la "educación bancaria".

Hace mucho se discute el enfoque de la enseñanza en el estudiante, como sujeto activo, en el aprendizaje activo y no como un mero espectador que obtiene conocimiento. Según Valente [3] (p.1): "En el aprendizaje activo, en lugar de pasivo, bancario, basado en la transmisión de la información, el estudiante toma una postura más activa en la que resuelve problemas, desarrolla proyectos y, con esto, crea oportunidades para construir conocimiento. Varias estrategias se han utilizado para promover el aprendizaje activo como el aprendizaje basado en la investigación, el uso de juegos o el *problem based learning* (PBL). MIT¹ y Harvard han adoptado la estrategia de "clase al revés o clase invertida ", implementada en algunas asignaturas. Estas universidades han innovado sus métodos de enseñanza, tratando de adaptarlos para que puedan aprovechar los avances de las tecnologías educativas, así como minimizar la evasión y el nivel de reprobación".

Muchas bases de los movimientos de reforma del siglo XX se hacen eco hasta el día de hoy en la educación, debido a que estos movimientos de reforma son proyectos nunca concluidos que todavía alimentan el ímpetu de cambio de profesores del siglo XXI. Y la tecnología, el avance de la comunicación y la facilidad de acceso a la información y a los medios de investigación pueden contribuir a que proyectos idealizados en el pasado puedan renovarse y potenciar la educación contemporánea.

La Nueva Matemática, Licenciatura de CESUCA, por lo tanto, propone una educación colaborativa, no competitiva, cuyo objetivo es utilizar la realidad cultural tecnológica – que no se puede negar - como punto de partida para la construcción y la producción de conocimiento, que se produce principalmente mediante la participación de los estudiantes con problematizaciones emergentes de la realidad social y científica y de la inmersión de este alumno en la investigación. Escuchar a los ecos del pasado, creer en el potencial de la libertad y la iniciativa del estudiante, el diálogo entre los conocimientos previos y los científicos, en el "no imponerse" a lo que nace en la realidad del alumno, a través de sus experiencias y

vivencias. Para ello, fue necesario considerar a la carrera de grado de Matemática, Licenciatura en módulos de investigación, que consiste en las UAs motivadas por problematizaciones en vistas a investigaciones dentro y fuera del aula.

La reforma interna de la carrera en cuanto a la reorganización de las asignaturas y clases.

Los conocimientos trabajados en la carrera son vistos de manera que cada agrupación de contenidos relacionados se desarrolle a través de un cuestionamiento que pretende la inmersión del alumno en la investigación. Por lo tanto, el plan de estudio del curso de grado se divide en tres módulos de investigación que incluyen, cada uno, áreas relacionadas dentro de la propia matemática. Ellos son: Prácticas de Enseñanza de Matemática, Contextos y Metodologías; Matemática Elemental; Ciencias y Matemática Aplicada.

El módulo de investigación Prácticas de Enseñanza de Matemática, Contextos y Metodologías se compone de doce UAs. Las unidades que componen este módulo proponen problematizaciones que implican: construcción de materiales didácticos concretos y multimedia; visitas a los ambientes escolares y no escolares centradas en la educación; desarrollo de los contenidos fundamentales a través de la investigación y la interacción con sus compañeros; producción de artículos.

El módulo de investigación Matemática Elemental consta de seis UAs. Las unidades que componen este módulo proponen problematizaciones que plantean el desarrollo de contenidos básicos de aritmética, geometría y álgebra, así como matemática financiera y estadística. Estas UAs sugieren como problematizaciones: historización del conocimiento matemático; construcción de la matemática como lenguaje; utilizar softwares para mejorar la comprensión de los conceptos fundamentales de la matemática; simulaciones de situación que implican la aplicación de la matemática en economía y cuestiones sociales.

El módulo de investigación Ciencias y Matemática Aplicada se compone de diez UAs. Las unidades que componen este módulo proponen problematizaciones que implican: investigación y aplicación de los conceptos fundamentales y avanzados de cálculo; producción de material multimedia de auto instrucción; comprensión de la relación entre la matemática y otras ciencias a través de la práctica y la experimentación.

Los módulos de investigación, rápidamente descriptos anteriormente, han sido pensados con el fin de dar la posibilidad a que el alumno, junto con el profesor, establezca como apoyo al aprendizaje el *cuestionamiento reconstructivo*. Cuestionar y reconstruir son requisitos fundamentales para una educación con miras a la investigación o incluso a una educación *por la investigación*. Para Demo (p. 10) [4], "por '*cuestionamiento*', se entiende la referencia a la formación de sujetos competentes, en el sentido de ser capaces, tomando conciencia crítica, formulando y poniendo en práctica el propio proyecto de vida en el contexto histórico". Ser crítico es pasar de ser objeto de la educación para ser sujeto de dicha educación.

"Por '*reconstrucción*', se entiende el instrumento más competente de la ciudadanía, que es el conocimiento innovador y siempre renovado" (p. 11) [4]. La reconstrucción es el "no copiar", "imitar" o "simplemente reproducir", es dar sentido a la realidad a través de su propia interpretación, es intervenir críticamente en la producción del conocimiento, que no necesariamente tiene que ser algo totalmente nuevo.

La investigación puede proporcionar al estudiante emanciparse en el sentido de aclararse, convirtiéndose en un sujeto competente para innovar, y no reproducir lo que está puesto. Los módulos de investigación, por consiguiente, tienen como objetivo hacer de la investigación la reconstrucción de la realidad, algo cotidiano para el alumno, o sea, la *investigación como una actitud cotidiana* [4], que sólo se ha convertido en una realidad a partir del momento que se repensó el programa de la carrera, su organización y la estrategia didáctica para ponerlo en práctica.

Sin embargo, no se ha buscado alcanzar (constituir o implementar) inmediatamente lo que Demo [4] llama de *currículo intensivo*², que supone tiempo integral y dedicación exclusiva, tanto de los alumnos como de los profesores – lo que no está contemplado en la realidad de la institución, que es de red privada y ofrece carreras nocturnas. Se pensó, en primer lugar, en favorecer a los estudiantes por medio de una reorganización curricular y didáctica basada en tres ejes (figura 1), planteando como primer eje la interacción, que mejora

el aprendizaje del estudiante a través del intercambio diario con sus compañeros (y compañeros monitores) y profesores, donde se aprende enseñando, ya que la propuesta busca reservar el mayor tiempo de estudio del alumno a los momentos en el aula, caracterizando al curso como integralmente presencial con respecto a las horas previstas por ley para su finalización.

La diferencia de esta propuesta reside en el hecho de que el momento de la clase es un momento de estudio dirigido y guiado, donde el alumno busca la fundamentación para responder a las preguntas planteadas en el cuestionamiento de cada UA, desarrollando los contenidos predeterminados en cada asignatura. A diferencia del aprendizaje mediante la mera exposición, donde el estudiante es solamente un objeto (pasivos) de este aprendizaje, lo que propone la carrera de grado de Matemática, Licenciatura es hacer que el alumno se convierta en sujeto (activo) de aprendizaje.

El segundo eje abarca los elementos destinados al aprendizaje del alumno mediado por la investigación (módulos de investigación, unidades de aprendizaje y problematizaciones).

El tercer eje, el de la tecnología, tiene como objetivo proporcionar recursos tecnológicos como transmisores de conocimientos, facilitadores y reforzadores de momentos de interacción y de investigación.

Es importante destacar que no se descarta totalmente la clase expositiva, pero se entiende que la clase meramente expositiva tiene como fin la reproducción de la copia y reduce la posibilidad de alcanzar el cuestionamiento reconstructivo. Demo (p. 82) [4] señala que, en lo que respecta a la clase copiada, centrada en la mera transmisión de conocimientos, cada vez más esta transmisión del conocimiento estará a cargo de la tecnología, es decir, esta transmisión será una "función electrónica".

Las UaS, que componen los módulos de investigación, a su vez, tratan de motivar a los estudiantes a embarcarse en la investigación que se les problematiza a través de una pregunta. A modo de ejemplo, en la UA titulada "De los infinitos de Cantor a los libros didácticos de educación primaria y secundaria", que compone el módulo de investigación Prácticas de Enseñanza en Matemática, Contextos y Metodologías, se cuestionan las siguientes preguntas: ¿Cuál es el significado del estudio de los conjuntos numéricos en la enseñanza de matemática e cuál es su aplicabilidad en las perspectivas de los libros didácticos? Realizar esta UA requiere investigación bibliográfica que implica el análisis de los libros didácticos al mismo tiempo que se conceptualizan y comprenden los contenidos específicos involucrados.

Trabajar con los UAs permite delimitar el alcance o fragmentos de la realidad propicios para la problematización e investigación, así como también requiere una reestructuración en las formas de pensar sobre la participación y el compromiso de los docentes, estudiantes e incluso el propio modelo de aula. Más que todo para Moraes e Gomes (p. 261) [5], "las Unidades de Aprendizaje son parte de un movimiento complejo para transformar la realidad educativa, especialmente el trabajo en el aula".

Con influencias constructivistas y raíces en diferentes movimientos educativos, como el movimiento de la Nueva Escuela, como se ha visto anteriormente, la importancia de la participación activa de los alumnos en su aprendizaje, las UAs apuntan a superar la racionalidad técnica, en el sentido de que pueda valorarse los participantes del proceso educativo como sujetos (p. 262-263) [5].

Las UAs son, no obstante, las directrices curriculares, ya que, según Moraes y Gomes (p. 263) [5] "[...] constituyen elementos básicos de la organización de los planes de estudios. Compuestas por conjuntos organizados de actividades, capaces de ayudar a la mediación del aprendizaje de los estudiantes". Los autores destacan además los principios de las UAs: 1 - El conocimiento no se transmite de un sujeto a otro sin que se construya con la participación activa de quien aprende; 2 - El aprendizaje es una reconstrucción permanente de los conocimientos ya existentes, un proceso que se da por la apropiación de nuevos discursos sociales, que involucra intensamente el lenguaje; 3 - Una de las formas más eficaces para crear condiciones para la reconstrucción del conocimiento es la educación a través de la investigación; 4 - Aprendizaje eficaz debe relacionarse a los contextos en los que los alumnos están inmersos; 5 - La producción y la ejecución de una Unidad de Aprendizaje requiere la participación de todos los interesados (p. 263-264) [5].

Además de estos principios, la interdisciplinariedad está implícita como principio de trabajo con las UAs. En el Proyecto XYZ, una clase se denomina "Quest" (misión). Y el estudiante debe completar, resolver, "dar abasto" de la Quest que se le propone, la cual puede durar una noche o más de una semana, según la demanda de trabajo. A través de las Quests,

cada clase es planificada dentro de un contexto más amplio, que es la problematización de la UA, relacionándola siempre que sea posible - y se hace un esfuerzo para que esto ocurra - con otras disciplinas o campos de conocimiento.

Solo fue posible pensar esta relación cuando se organizó el curso a través de módulos, UAs y problematizaciones, dando cabida en el plan de estudios a la tecnología, a la interacción y a la investigación, haciendo de éstos los fundamentos de la Nueva Matemática, Licenciatura de CESUCA.

La reforma interna de la carrera de grado en cuanto a la nueva aula (Aula Tecnológica) y al papel de los profesionales implicados.

Las clases de la carrera de grado de Matemática, Licenciatura de CESUCA, comenzaron a tener lugar en una misma aula, reservada solamente para la carrera de Matemática, agrupando alumnos que están inscriptos en alguna de las asignaturas que conforman el mismo módulo de investigación. Cada noche se presenta un módulo; algunos módulos en dos noches y otros en una sola. Cada estudiante, al entrar en el aula, obtiene una tablet con conexión Wi-Fi a su disposición para consultar la demanda de las asignaturas que los profesores han publicado en un entorno virtual de aprendizaje, que sirve como un repositorio de materiales y actividades multimedia realizadas por los alumnos, según haya sido solicitado en los medios digitales, ya que las clases se llevan a cabo en su totalidad de manera presencial. En el aula, que se ha denominado como Aula Tecnológica, además de tablets y conexión a internet, los estudiantes cuentan con televisores/monitores que tienen como objetivo la interacción entre los profesores y los diferentes grupos de estudiantes en el mismo entorno.

La estructura del aula se ha diseñado de manera que favorezca el trabajo colaborativo y el uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). La organización de las aulas y el acceso a la tecnología se asemejan a las del Estudio de Física MIT (Figuras 2 y 3), cuya metodología de enseñanza está basada en el Technology Enabled Active Learning (TEAL), enfoque de aprendizaje que se utiliza en las asignaturas de introducción a la Física [3].

Las clases son guiadas por dos o tres profesores que ayudan a los estudiantes a investigar y aprovechar mejor todas las herramientas tecnológicas disponibles. Y además de los profesores, se asignan como monitores a alumnos del propio curso de grado, quienes ayudan en el desarrollo de las actividades.

Debido a la demanda de las asignaturas y la afinidad de cada profesor para problematizar determinada asignatura y, en consecuencia, guiar al alumno en la participación de las clases, se les han delegado a los profesores diferentes facultades, quienes pueden representar diferentes papeles. Del mismo modo, se han definido los deberes de los estudiantes monitores y de los profesionales encargados de supervisar los recursos tecnológicos. Las facultades de los profesores y demás actuantes en el aula tecnológica se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 1: Las facultades de los profesores y demás actuantes en el Aula Tecnológica³

Profesor Problematizador (PP): profesor responsable de la signatura y, en consecuencia, de las UAs relacionadas con la asignatura. Es el profesor que mantiene las UAs de la asignatura de la cual él es responsable, publicando cada Quest y comprobando las actividades que los estudiantes realizan. El PP está facultado para llevar a cabo la problematización de las asignaturas (y sus UAs), estipula qué actividades se llevarán a cabo y cuáles serán los plazos de entrega de dichas actividades, excepto aquellas predeterminadas que forman parte del marco más amplio del Módulo de Investigación y/o curso de grado (proyectos modelo, fecha de pruebas, reemplazo, etc.). El PP no necesariamente tiene que estar presente los días que ocurren las clases relacionadas a su (s) asignatura(s).

Profesor Orientador (PO): cualquier profesor de un módulo de investigación, presente en el aula, es un PO de este módulo. El PO es el profesor responsable de guiar los debates propuestos en las UAs. Es el profesor facilitador que interactúa con el estudiante para que

pueda realizar cada Quest que haya sido propuesta de forma clara. El PO no tiene autonomía para mantener las UAs de las que él no es PP.
Profesor Intermediario (PI): es el profesor que está presente en el aula, que se encarga de intermediar entre el estudiante y la UAs cuyo PP no está presente. Este profesor tiene la responsabilidad de comprobar las actividades que los estudiantes realizan, en el aula , y pasar cualquier duda para el PP de la asignatura (y de las respectivas UAs).
Alumnos Monitores (AM): son estudiantes de la carrera de grado de Matemática, Licenciatura de CESUCA (un estudiante por cada noche), que han sido seleccionados para encargarse de la organización entorno del aula y para subsanar/intermediar pequeñas dudas acerca de las actividades propuestas en cada Quest.
Coordinador de Tecnología (CT): responsable de garantizar la funcionalidad del aula y ayudar a los profesores con respecto a la tecnología. El CT tiene la tarea de mediar en los conflictos entre el estudiante y las herramientas tecnológicas utilizadas en el aula.

Fuente: los autores.

Los estudiantes también tienen a su disposición una sala de lectura, reservada sólo para los alumnos de Matemática, Licenciatura, y un laboratorio de matemática, además de otras instalaciones de la facultad (biblioteca, salas de estudio, laboratorios de computación, etc.).

CESUCA cuenta con un equipo de gamificación y ya está en proceso de producción de juegos electrónicos específicos para las asignaturas de Matemática, Licenciatura, que serán finalizadas en el segundo semestre de 2015. En una de las asignaturas del grado ya está ocurriendo un trabajo piloto involucrando juego electrónico.

Se consideraron todos estos cambios e innovaciones, que se han descrito de forma rápida, a la luz del Proyecto Pedagógico de la carrera de grado de Matemática, Licenciatura y de las Directrices Curriculares para las carreras de grado de Matemática, Bachiller y Licenciatura del Ministerio de Educación Brasileño (MEC), con el objetivo de cumplir con todos los temas relacionados con el programa.

El Proyecto Pedagógico de la Carrera de Grado de Matemática, Licenciatura y las Directrices Curriculares para las Carreras de Grado de Matemática Bachiller y Licenciatura del MEC

Introducir nuevas tecnologías al aula, descentralizar el profesor y centrarse en el aprendizaje del estudiante (clase al revés), favorecer la construcción de conocimiento de forma colaborativa y mediante la investigación fueron acciones de cambio e innovación de la carrera de grado, pensadas desde el principio del proyecto a la luz de las Directrices Curriculares para las carreras de grado de Matemática, Licenciatura y de Bachiller con el fin de acercar aún más la propuesta del Proyecto Pedagógico del grado de Matemática, Licenciatura a las exigencias del MEC. De acuerdo con el MEC (Pág. 3-4) [6], los planes de estudio de las carreras de grado de Matemática deben ser desarrollados de manera que desarrollen ciertas habilidades y competencias. El siguiente cuadro enumera las competencias y habilidades requeridas según Directrices del MEC con la propuesta de la carrera de grado de Matemática, Licenciatura de CESUCA:

Cuadro 2: Competencias y habilidades x innovaciones y acciones

Competencias y habilidades de acuerdo con las Directrices Curriculares para las Carreras de grado de Matemática Bachiller y Licenciatura del MEC	Innovaciones y acciones de la carrera de grado para desarrollar las competencias y habilidades

a) capacidad de expresarse escrita y oralmente con claridad y precisión.	El énfasis en la lectura y la escritura académica, incitando a los estudiantes a apropiarse de las teorías fundamentales del área, a la producción de artículos y a expresar sus ideas en coloquios y seminarios, lo que solo fue posible a partir del momento que se pensó en la construcción del conocimiento a partir de la investigación (educación a través de la investigación).
b) capacidad de trabajar en equipos multidisciplinarios	La organización de las asignaturas por Módulos de Investigación permite el intercambio entre los estudiantes de diferentes asignaturas, generando, a través del trabajo en equipo, una rutina de aprendizaje colaborativo.
c) capacidad de comprender, criticar y utilizar nuevas ideas y tecnologías para la resolución de problemas.	La práctica y la experimentación en la utilización de las TICs en el aula (Aula Tecnológica), permiten al estudiante entender la necesidad de mantenerse al día con las nuevas demandas de una sociedad cada vez más tecnológica, convirtiéndolo en crítico y capaz de incluir y planificar, en el aula, nuevas tendencias de la enseñanza.
d) capacidad de aprendizaje continuado, siendo también su propia práctica profesional fuente de producción de conocimiento	Los estudiantes "aprenden a aprender", a reflexionar, a registrar sus experiencias y a producir conocimiento a partir de su práctica docente, a través de las asignaturas de Prácticas de la Enseñanza y Pasantías Supervisadas. Asignaturas con notable fundamento teórico destinadas a la práctica y a la producción científica.
e) habilidad de identificar, formular y resolver problemas en su área de aplicación, utilizando rigor lógico científico en el análisis de la situación problema;	La investigación requiere rigor lógico y científico. Problematizar contenidos de matemática a partir de situaciones reales y globales (interdisciplinarias) y actuales, a través de las UAs, permite, por medio de la resolución y la descripción de un problema, ejercitar el uso del lenguaje matemático.
f) establecer relaciones entre la Matemática y otras áreas de conocimiento;	El Plan de Estudios presenta asignaturas dirigidas a las ciencias (física y química) y discute, en las asignaturas de Práctica de la Enseñanza I, II y IV, la matemática relacionada a los asuntos sociales y étnico-culturales, a través de la Educación Matemática Crítica y de la Etnomatemática; y los asuntos filosóficos, a través del análisis de la estética de la educación y de la escuela bajo la luz de teóricos de renombre.
g) conocimiento de asuntos contemporáneos;	Se convirtió en una realidad del grado a través de las problematizaciones propuestas en las UAs, que se refieren a temas actuales y relacionados con la realidad de los estudiantes.

h) educación integral necesaria para comprender el impacto de las soluciones en un contexto global y social;	Los coloquios y seminarios que se proponen en la carrera permiten a los estudiantes considerar los temas planteados en la práctica, discutiendo con los profesores y compañeros de diferentes semestres y asignaturas, la realidad de la educación en un contexto amplio y problematizador.
i) participar de programas de formación continua	CESUCA brinda a los graduados, dentro de las posibilidades de oferta de la institución, un curso de especialización en Geometría.
j) realizar estudios de posgrado	Se estimula constantemente a los alumnos a continuar sus estudios, con una sólida formación académica/científica que les permita participar en procesos de selección de carreras de posgrado a nivel de maestría.
k) trabajar en la interfaz de Matemática con otras áreas de conocimiento	Por medio de una metodología dedicada a la investigación (educación a través de la investigación), se induce constantemente al estudiante a realizar interconexiones entre la matemática y otras áreas de conocimiento.

Fuente: los autores

Con respecto a las competencias y habilidades inherentes al educador matemático, el licenciado en Matemática deberá poseer determinadas capacidades, que se enumeran en el siguiente cuadro (p. 4) [6]:

Cuadro 3: Competencias y habilidades del educador x innovaciones y acciones

Competencias y habilidades inherentes al educador matemático de acuerdo con las Directrices Curriculares para las Carreras de Grado de Matemática Bachiller y Licenciatura del MEC	Innovaciones y acciones de la carrera para desarrollar las competencias y habilidades y capacitar al estudiante
a) elaborar propuestas de enseñanza y aprendizaje de Matemática para la educación básica;	Esta es una práctica común en las asignaturas de la carrera, principalmente en Práctica Docente III, que indaga las Secuencias Didácticas, y en las asignaturas de Pasantía Curricular Supervisada.
b) analizar, seleccionar y producir materiales didácticos	Disponiendo de una sala de lectura, que alberga varias colecciones de libros didácticos, se estimula a los estudiantes, dentro de las asignaturas de Fundamentos de la Matemática, Pasantías Supervisadas, entre otras, a analizar éstas y otras colecciones, a ubicarlas en la historia de la educación y en la propuesta nacional curricular, a contrastar los libros con la realidad de los alumnos y a que sean autores de sus propias clases.
c) analizar críticamente propuestas curriculares de Matemática para la educación básica	Se discute con los profesores, constantemente, el plan de estudios de matemática. El Módulo de Investigación Prácticas de Enseñanza en Matemática, Contextos y Metodologías, que abarca UAs relacionadas a la Didáctica y a la Estructura y

	Funcionamiento de la Educación Básica, permite un diálogo continuo entre los estudiantes de diferentes asignaturas.
d) desarrollar estrategias de enseñanza que fomenten la creatividad , la autonomía y la flexibilidad del pensamiento matemático de los estudiantes , tratando de trabajar con mayor énfasis en los conceptos que en las técnicas, fórmulas y algoritmos	La metodología de la carrera, centrada en la educación a través de la investigación y apostando en el aula al revés, permite la búsqueda de diferentes maneras de entender ciertos conceptos, ampliando de esta forma las fronteras de la educación matemática. Al poner en marcha la búsqueda de conocimientos, el estudiante adquiere autonomía, mediante las problematizaciones que las UAs proponen, el educando comprende la importancia de la descentralización de la enseñanza de las matemáticas, que tradicionalmente se centró en la repetición y la memorización de algoritmos.
e) contribuir a la realización de proyectos colectivos dentro de la educación básica	La práctica de la autonomía en la búsqueda del conocimiento, el uso constante de las TICs, el intercambio constante con compañeros y profesores (aprendizaje colectivo) proporcionados por la metodología que se ha adoptado en la carrera de grado de Matemática, Licenciatura en CESUCA, prepara para el mercado laboral profesores con notable valor diferencial, constituidos como profesionales críticos, no amoldados, que entienden el medio que los rodea y que se entusiasman fácilmente con proyectos multidisciplinarios en diferentes modalidades de educación.

Fuente: los autores.

Ante el desarrollo de estas habilidades y competencias, el perfil del graduado de la carrera de grado de Matemática, Licenciatura, de acuerdo con el MEC (p.3) [6] será: formación sólida en contenidos de Matemática; preparación para afrontar los retos de los rápidos cambios en la sociedad, en el mercado laboral y en las condiciones de la práctica profesional; conciencia de su rol social como educador y capacidad de adaptación a diferentes realidades; sensibilidad para interpretar las acciones de los alumnos; noción de la contribución que el aprendizaje de matemática pueden ofrecer a la capacitación de las personas para ejercer su ciudadanía; visión de que el conocimiento matemático puede y debe ser accesible a todos, y la conciencia de su papel en la superación de los prejuicios, traducido por la angustia, la inercia o el rechazo, que a menudo están todavía presentes en la enseñanza-aprendizaje de la asignatura.

La Matemática, Grado de CESUCA a través de la iniciativa de su Proyecto Pedagógico de la carrera de grado de Matemática, Licenciatura, con las Directrices Curriculares para las carreras de Matemáticas Bachiller y Licenciatura del MEC, cumple con las exigencias del MEC para una educación sólida, ofreciendo asignaturas que subyacen todos los contenidos que figuran en las directrices del programa. Es también, como se muestra anteriormente, atento a los cambios de la sociedad.

Percepciones y desafíos del primer semestre de la implementación de la Nueva Matemática, Licenciado en CESUCA

La receptividad de los estudiantes de Matemática, Licenciatura en CESUCA fue, desde el principio, una preocupación de los profesores del NDE, de los otros docentes de la carrera y de los profesionales comprometidos en el Proyecto xyz, pues, inmediatamente se hizo evidente que algunos estudiantes no se sentían cómodos con la demanda de trabajos propuestos, con el manejo de las herramientas tecnológicas y con las clases no, exclusivamente, expositivas. Por lo tanto, hubo una encuesta, por medio de un cuestionario, elaborado por uno de los profesores de NDE y un grupo de estudiantes de la asignatura Estadística II de la carrera de Ciencias contables y Administración, sobre la receptividad de 50 alumnos inscritos en el grado de Matemáticas, Licenciatura de CESUCA, de un total de 64. Los estudiantes que no participaron en la encuesta, ora no se dispusieron a contestar el cuestionario ora no estaban presentes durante la semana de recolección de datos. De las diez preguntas preparadas para el cuestionario, se analizan en este artículo solamente las que se refieren específicamente a la receptividad de los estudiantes en relación con la innovación metodológica.

La primera preguntaba al estudiante si él consideraba importante la búsqueda, de manera general, de nuevas metodologías de enseñanza. La Tabla 1 muestra que el 86 % reconoce la importancia de implementar un cambio en la educación, lo que muestran la presencia del discurso innovador en su formación, aunque algunos estaban en su segundo semestre.

Tabla 1: datos referentes a la pregunta 1

PREGUNTA 1		
Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Muy Importante	25	50%
Importante	18	36%
Poco Importante	5	10%
Nada Importante	0	0%
Indiferente	2	4%
Suma	50	100%

Fuente: los autores.

La segunda pregunta, Tabla 2, propone para discusión la cuestión acerca de las TICs, ya que consultaba al estudiante sobre la importancia de la inclusión digital en el aula, resultando en un total de 94 % de los estudiantes que reconocen esta necesidad hoy en día. Este reconocimiento por parte de los estudiantes, probablemente, no se produjo ante una perspectiva educativa, sino más bien por el hecho de que las TICs están activas en todo momento, por los móviles u ordenadores, en sitios de búsqueda y redes sociales, pero no como un vehículo para el aprendizaje.

Tabla 2: datos referentes a la pregunta 2

PREGUNTA 2		
Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Muy Importante	25	50%
Importante	21	42%
Poco Importante	4	8%
Nada Importante	0	0%
Indiferente	0	0%
Suma	50	100%

Fuente: los autores.

Es importante cultivar formas "modernas" de difusión del conocimiento, utilizando recursos electrónicos, además de la transmisión de la información. Para el autor "El riesgo del uso electrónico es quedarse simplemente en la instrucción [...]". Sin embargo, este riesgo es

uno de los retos importantes de la universidad, inculcar en la instrumentación electrónica el aprender a aprender" (p. 83) [4].

Una vez explicada la metodología que terminó ilustrando la innovación realizada en la carrera de grado de Matemática, que es el "aula al revés", la tercera pregunta planteaba el hecho de que "dar vuelta o invertir el aula" en el proceso de enseñanza y aprendizaje sería una metodología que se mantendría a largo plazo. Vimos que el 42 % de los estudiantes respondió "tal vez" contra el 36 % que respondió "sin duda", como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3: datos referentes a la pregunta 3

PREGUNTA 3		
Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Ciertamente	18	36%
Tal vez	21	42%
Indiferente	7	14%
Jamás	4	8%
Suma	50	100%

Fuente: los autores.

En la pregunta 4, cuando se les ha cuestionado si hubo optimización en el proceso de aprendizaje después de la implementación de la nueva metodología en la carrera, el grupo se dividió, como muestra la tabla 4.

Tabla 4: datos referentes a la pregunta4

PREGUNTA 4		
Alternativas	Frecuencia	Porcentaje
Ciertamente	14	28%
Tal vez	19	38%
Indiferente	10	20%
No	6	12%
No Opinaron	1	2%
Suma	50	100%

Fuente: los autores.

El choque con el cambio de paradigma que se presentó a los estudiantes en el segundo semestre de 2014 y el pequeño paso dado hacia la innovación todavía no permite medir cuidadosamente la optimización del proceso de aprendizaje, por lo menos, según la percepción de los alumnos. Sus respuestas a la tercera y cuarta pregunta reflejan las características predominantes entre ellos: estudiantes esperanzados y optimistas, y estudiantes temerosos.

Demo (p. 84) [4] describe la realidad de las carreras de grado nocturnas "[...] carreras que representan, al mismo tiempo, tanto una oportunidad para los jóvenes que trabajan durante el día como el nivel hacia abajo, típico una propuesta marcada por la clase copiada". Los estudiantes de CESUCA también son trabajadores jóvenes que a menudo llegan cansados a la clase, sin ganas, sin motivación y poco participativos. Y este desaliento no parte sólo de los estudiantes sino que también se basa en una postura pasiva y de espectador que las clases tradicionales requieren de los estudiantes.

Lo que se puede concluir, en parte, del primer semestre de clases experimentales de matemática bajo la nueva metodología es que los estudiantes estaban más motivados por el hecho de participar de la nueva propuesta que por voluntad propia.

El curso finalizó el año 2014 y comenzó el año 2015 con estudiantes motivados a la investigación, a ser autónomos, a trabajar según la demanda, en un aula presencial, en un entorno colaborativo y facilitado por las nuevas tecnologías.

Consideraciones Finales

Repensar la carrera de grado de Matemática, Licenciatura, fue para el NDE, un ejercicio de retrospcción de la educación e introspección del ser docente, y este grupo de profesores de hoy está convencido de la imposibilidad de cumplir con los requisitos de las Directrices Curriculares Nacionales para las carreras de Grado Matemática, Bachiller y Licenciatura del MEC, y de una sociedad en constante evolución tecnológica, para la formación de un profesor de matemática a través de aulas tradicionales, centrados en el profesor y con los estudiantes sentado en filas y pasivos.

El esfuerzo que realizaron los alumnos de la carrera de grado que, en su mayoría apoyaron el impulso para el cambio y se brindaron para "dar vuelta" o "invertir" el concepto de aprendizaje - al pasar de un sujeto que presenciaba las clases con la esperanza de ser enseñado por el profesor, para un sujeto que construye su clase y su aprendizaje siendo "sólo" provocado y guiado por su profesor – contribuyó para el NDE tenga aún más convicción de que el cambio era necesario. Los testimonios de algunos de estos estudiantes al final del semestre expresan la fuerza y el aliento que sólo la innovación, con mucho pensamiento, podrían proporcionar. Por lo que se ha dejado para las observaciones finales del presente artículo, las "consideraciones iniciales" (en forma de declaración) de algunos estudiantes sobre el primer semestre de implementación de la Nueva Matemática, Licenciado en CESCUA:

"La satisfacción de haber integrado y participar en este innovador proceso de enseñanza de matemática es de gran satisfacción. Tengo muchas expectativas sobre este proceso. Creo y apoyo a estos cambios. Si depende de mí, esta innovación será un éxito. ¡Felicitaciones por el coraje!"

Claudio Carvalho

"La Nueva Matemática me ha ayudado a buscar y adquirir nuevos conocimientos. Odiaba las asignaturas de Física, sin embargo en dos semanas me empezó a gustar. ¿Cómo pasó esto? Estaba viendo un anuncio en la televisión que relacionaba las maniobras ciclistas con contenido de física y pensé: ¿por qué será que mis profesores nunca hicieron estas relaciones? He aquí que en Práctica Docente III, se pidió que elaborar una actividad sobre números de vueltas de un círculo, y en Cálculo Diferencial de Integral, viendo un video, me di cuenta de que las clases estaban todos relacionados y globalizadas. Me di cuenta entonces de que las clases de Física estaban relacionados con Geometría, con Cálculo y con las Prácticas de nuestro día a día. Dije y lo repito, el nuevo curso de Matemática ha despertado en mí una visión diferente de las asignaturas, especialmente los contenidos de Física, que ahora he pasado a disfrutar."

Andressa Gatino

"Después de años de estar lejos del aula, empecé a ver una luz en el horizonte. Al principio, estaba aterrorizada porque no estaba familiarizada con la computación. Con la ayuda de los monitores, pude recordar y acceder a contenido que me había olvidado en estos veinte años que he estado apartada de las aulas. La carrera es excelente, los profesores siempre presentes y los monitores son nota 1000 (mil). Estoy feliz".

Carmem Rosa Rabelo Flarentino

"Hablar de las diferentes situaciones que he presenciado en las últimas semanas es bastante difícil, ya que ha sido un reto más. He buscado estos cambios, no sólo como una mejora tecnológica, sino como una nueva forma de entender y hacer matemática, dando un nuevo significado a los contenidos y repensando la enseñanza, pues un poco de esta responsabilidad será mía también. Además, me siento alentada por la admiración y la confianza que tengo por ¡mis queridos profesores!"

Raquel Gomes

Por último, tal vez uno de los mayores desafíos del grupo de NDE de esta institución fue el de renunciar a la forma en que se constituyeron como profesionales, la forma en que han

sido enseñados, sentado frente a una pizarra, como sujetos indiferentes. Sin embargo, este compromiso ha hecho que un "nuevo" enfoque para educar/educarse a sí mismo, centrando en la autonomía del aprendizaje, alzase vuelo, siempre en busca de la innovación, en un proceso que tal vez nunca se termine, como "una nave sin puerto definitivo".

Referencias bibliográficas

- [1] Caruso, Marcelo. (2012): "¿Una nave sin puerto definitivo?" Antecedentes tendencias e interpretaciones alrededor del movimiento de la Escuela Nueva? In: Pineau, P., Dussel, I. Y Caruso, M., La escuela como máquina de educar. Buenos Aires, Paidós.
- [2] Cabanas, José Maria Quintana. "Teorias da Educação". (2002): Concepções Antinômicas da Educação. ASA editores. Porto, Portugal.
- [3] Valente, José Armando. (2014): "Aprendizagem Ativa no Ensino Superior: a proposta da sala de aula invertida". Depto. de Multimeios, Nied e GGTE - Unicamp & Ced – PucSP. São Paulo. Disponible: <http://www.pucsp.br/sites/default/files/img/aci/27-8_aguardar_proec_textopara280814.pdf>. Acceso el: 15 marzo 2015.
- [4] Demo, Pedro. "Educar pela pesquisa". (2003): Autores Associados, Campinas, SP.
- [5] Moraes, Roque; Gomes, Vanise. Uma Unidade de Aprendizagem sobre Unidade de Aprendizagem. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (org.). (2004): "Educação em Ciências – produção de currículos e formação de professores". p. 243-280. Editora da UNIJUÍ. Ijuí.
- [6] Brasil, Parecer CNE/CES 1.302/2001, de 06 de noviembre de 2001. (2002): "Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Matemática, Bacharelado e Licenciatura". Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF.

Notas

¹ Massachusetts Institute of Technology.

² Demo (p. 55) [4] llama de currículo intensivo una "[...] propuesta de organización alternativa de la didáctica académica (universitaria o de educación superior), teniendo en vista el perfil del ciudadano y del profesional moderno, de quien se espera competencia cuestionadora reconstructiva, no la simple reproducción de saberes y hechos. Incorpora precisamente el desafío de educar por la investigación".

³ OBS: El profesor presente en el aula puede ser, al mismo tiempo, PP, PO e PI.

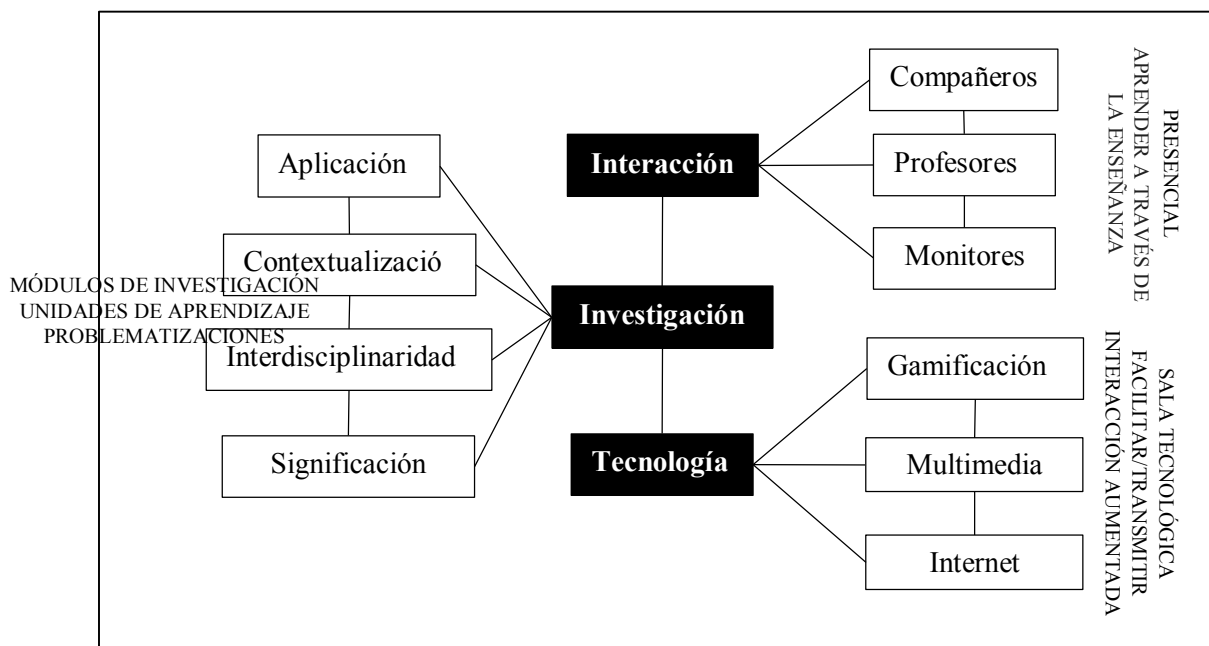


Figura 1: reorganización curricular y didáctica fundada en tres ejes.
Font: los autores.

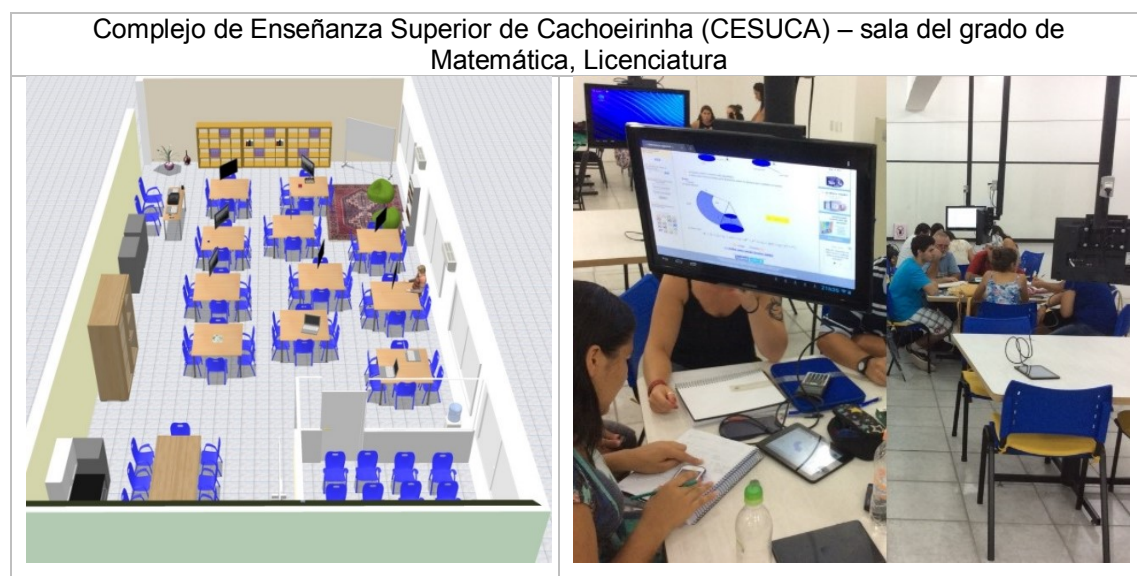


Figura 2: modelo de la Sala Tecnológica.
Font: los autores.

Figura 3: Sala Tecnológica en funcionamiento
Font: los autores.